

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 10 月 21 日 (21.10.2004)

PCT

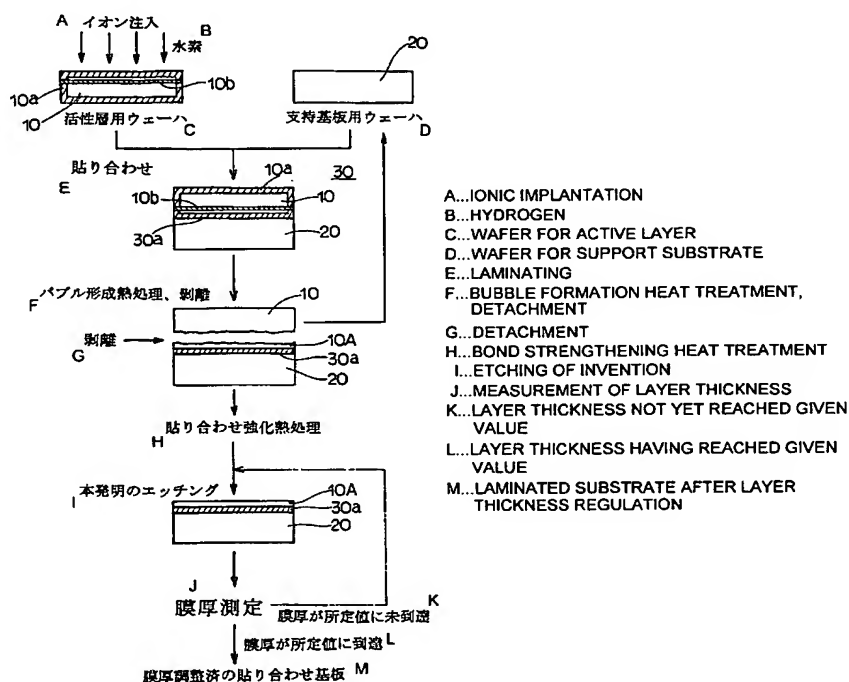
(10) 国際公開番号
WO 2004/090986 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 27/12, 21/02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004886
- (22) 国際出願日: 2004 年 4 月 2 日 (02.04.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-099541 2003 年 4 月 2 日 (02.04.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱住友シリコン株式会社 (SUMITOMO MITSUBISHI SILICON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP). 学校法人 漢陽学園 (HANYANG HAK WON CO., LTD.) [KR/KR]; ソウル市城東区杏堂 1 洞 1 7 Seoul (KR).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 神山 栄治 (KAMIYAMA, Eiji) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 三菱住友シリコン株式会社内 Tokyo (JP). 加藤 健夫 (KATO, Takeo) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 三菱住友シリコン株式会社内 Tokyo (JP). 朴 在勤 (PARK, Jea Gun) [KR/KR]; ソウル市城東区杏堂 1 洞 1 7 学校法人 漢陽学園内 Seoul (KR).
- (74) 代理人: 安倍 逸郎 (ABE, Itsuro); 〒8020002 福岡県北九州市小倉北区京町三丁目 1 4 番 8 号 ジブラルタ生命小倉京町ビル 8 0 A 室 Fukuoka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

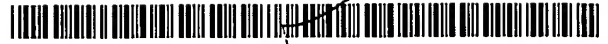
(54) Title: LAMINATED SEMICONDUCTOR SUBSTRATE AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME

(54) 発明の名称: 貼り合わせ半導体基板およびその製造方法



(57) Abstract: The surface of an active layer of laminated substrate having undergone ionic implantation, laminating and detachment by heat treatment is etched by a thickness of 1 nm to 1 μ m with the use of a solution having etching activity so that the final thickness of the active layer is 200 nm or less. Use is made of solution SC-1. Polishing, hydrogen annealing and sacrificial oxidation can be conducted before or after the etching. As a result, the thickness of thin-film active layer can be uniformized over the entire surface thereof, and the surface roughness thereof can be reduced.

[続葉有]



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: イオン注入後、貼り合わせ、熱処理によって剥離した後の貼り合わせ基板の活性層の表面を、エッチング作用を有する溶液により1 nm~1 μmだけエッチングし、最終の活性層の厚さを200 nm以下とする。SC-1液を使用する。エッチングの前後に研磨、水素アニール、犠牲酸化を施すこともできる。この薄膜活性層の膜厚を表面全体で均一化し、その表面粗さを低減できる。

明 細 書

貼り合わせ半導体基板およびその製造方法

5 技術分野

この発明は貼り合わせ半導体基板およびその製造方法、詳しくは活性層基板の一部を剥離して形成された活性層、特にこの活性層薄膜の厚さが $0.2\ \mu\text{m}$ 以下と薄くても、活性層の剥れを生ずることなくその表面全域で均一な厚さを有する貼り合わせ半導体基板およびその製造方法に関する。

背景技術

貼り合わせ半導体基板は、支持基板とこれと異なる性質を持つ活性層基板とを貼り合わせ、支持基板単独とは異なる性質を持たせることから、特に半導体の分野では広く研究されている（非特許文献 1）。貼り合わせ基板の代表としては、SOI（Silicon On Insulator）基板がある。SOI 基板においては、その支持基板として、シリコンのポリッシュドウェーハ（PW）を用いるのが一般的である。

一方、シリコン基板上に構成されるLSIの高集積化、多機能化の要請がきびしくなるにつれ、配線での信号遅延が重要な課題となっている。従来のLSIは、厚さ $500\sim 800\ \mu\text{m}$ のシリコンウェーハの表層（表面から十数 μm の部分）に、電気回路素子が集積されている。

このような配線での信号遅延の問題を解決する手段の 1 つとして、近年SOI基板が用いられるようになった。SOI 基板は、デバイスが形成される活性層と、これを支持する支持基板との間に、厚さ数十～数百 nm の埋め込みシリコン酸化膜が介在された構成を有している。

このSOI基板にあっては、埋め込みシリコン酸化膜によって各デバイス間が完全に分離されている。そのため、3次元構造による多機能化を含むデバイスの高集積化が容易となり、高速動作が可能となり、ソフトエラーの低減および高信頼性が図れて、消費電力も抑えることができる。

【非特許文献1】 Semiconductor Wafer Bonding, Q. Y. Tong and U. Gosele, 1999, John Wiley & Son

SOI基板は、通常、数十Å（オングストローム）～20μm程度の薄膜の活性層を有する。特に活性層の厚さが数μm以下のSOI基板を作製する方法の一つとして、スマートカット法（特許文献1, 2）が知られている。これは、活性層用ウェーハに水素などの軽元素をイオン注入し、その注入部分から活性層用ウェーハの不要部分を割って剥離するものである。より具体的には、シリコン酸化膜の一部を埋め込みシリコン酸化膜として、活性層用ウェーハと支持基板用ウェーハとを貼り合わせてから熱処理を施し、活性層をその水素イオンの注入部分から分割して剥離することで、薄膜の活性層を有するSOI基板が作製される。

ところで、剥離された直後の活性層は、その膜厚が水素イオン注入のエネルギーによって制御されるため、マクロな面では、その膜厚均一性が良好である。しかしながら、ミクロな面では、活性層の表面の粗さは非常に大きい。この剥離後の活性層表面の粗さを低減するため、化学的作用と機械的作用とを同時に利用する化学的機械的研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）が施される（非特許文献2）。このCMP処理によってのみ、通常のポリッシュドウェーハ（Polished Wafer）の表面と同程度に、活性層の表面粗さが得られている。

また、剥離する面は水素イオン注入により形成されたダメージ層の内部に存在するため、剥離後の活性層表面には、ある深さのダメージ層が存在する。この活性層表面のダメージ層は、デバイス形成において障害となるため、取り除くことが必要となる。このダメージは、基板内に注入された水素イオンが減速する際に導入されるため、ある一定（実用的な条件では1000 Å程度）以上の膜厚で必ず存在する。このダメージ層除去に加えて活性層膜厚を目的の膜厚に調整することを目的に、CMPに加えて、水素ガスを含む還元雰囲気中で熱処理する水素アニール、活性層に酸化膜を形成した後、この酸化膜を除去する酸化膜除去が、組み合わせて施されている（特許文献3）。

【特許文献1】 米国特許第5374564号明細書

【特許文献2】 米国特許第6020252号明細書

【非特許文献2】 I E I C E T r a n s , E l e c t r o n , V o l , E 8 0 C , N o . 3 , P a g e 3 5 8 , 1 9 9 7 年

【特許文献3】 日本国特開2000-124092号公報

しかしながら、このような従来の貼り合わせ法によるSOI基板の製造方法によれば、以下の欠点があった。

すなわち、研磨装置を利用し、活性層の表面に化学的機械的研磨を施す際には、活性層の膜厚分布が悪化するおそれがあった。これは、研磨装置による研磨が、研磨ヘッドにSOI基板を保持し、その活性層の表面を研磨定盤上の研磨布に押し付けて研磨するため、そのウェーハ外周部に研磨ダレが発生しやすいためである。この傾向はCMPの取り代が増加すると顕著になるため、CMPだけで活性層の膜厚調整を行うには限界があった。

特に、活性層の厚さが200 nm以下と薄膜化した場合、CMP時に、貼り合わせ界面に存在するマイクロボイドに起因して活性層の剥がれが

生じるという問題がある。このマイクロボイドは、貼り合わせるウェーハの表面に存在するミクロな凹凸に由来し、X線トポグラフィや超音波法で観察されるmmオーダーのマクロなボイドとは異なり、通常行われる貼り合わせ熱処理（後述）では、このマイクロボイドを消滅させることができないと考えられている。

さらに、活性層の表面を水素アニールする際には、例えば水素ガス雰囲気中で1200℃、1時間という高温アニールを施す。そのため、プロセスが複雑化し、コスト高になっていた。加えて、直径300mmといった大口径ウェーハを水素アニールする場合には、枚葉処理が一般的であることから、スループットが低下していた。

さらにまた、酸化膜除去により活性層の表面粗さ低減処理を行う場合には、例えば貼り合わせ基板を熱酸化処理炉に挿入し、酸化性ガスの雰囲気中で貼り合わせ基板を熱処理することで、活性層の表面のダメージ部分を含めて熱酸化処理され、シリコン酸化膜が形成される。その後、貼り合わせ基板をHF洗浄液により洗浄し、活性層の表面のダメージ部分がシリコン酸化膜とともに除去される。この酸化膜除去法によれば、このようにプロセスが複雑化し、長い処理時間が必要であった。また、コスト高にもなりやすかった。さらに、熱処理を伴うため、活性層に金属汚染が発生する可能性もあった。

そこで、発明者は、鋭意研究の結果、剥離後の活性層の表面に対しては、エッチング作用を有する溶液を使用し、1nm～1μmという微小量のエッチングを行えば、均一な膜厚で低表面粗さの活性層を得ることができ、しかもこのような表面粗さ低減処理のプロセスが単純化され、この処理コストを低減できることを知見した。

しかも、このように溶液を使ったウェットエッチングであるので、バッチ処理を採用することが可能になる。その結果、処理時間が短縮し、

スループットを高めることができる。また、このウェットエッチングには、ダメージを導入せず、またこれを除去可能であるという利点がある。この点は特に、活性層の厚さが200nm以下と薄膜化した場合、CMP時の貼り合わせ界面に存在するマイクロボイドに起因した活性層の剥がれを防ぐ点で、大きな効果がある。さらには、このウェットエッチングでは加熱処理を伴わないため、活性層に金属汚染が発生するおそれ

5 ほとんどないことを知見し、この発明を完成させた。

洗浄を目的とした薬液処理にはエッチングを伴うものもあるが、この発明は、このエッチング作用を積極的に利用し、適切なエッチング時間を設定し、活性層の厚さを制御する点において通常の洗浄処理とは異なるものである。

10

この発明は、表面全体の厚さが均一で低表面粗さの活性層が得られ、しかも表面粗さ低減処理プロセスを単純化することができ、その結果、処理コストの低減が図れ、さらにはバッチ処理が可能となり、これにより処理時間が短縮してスループットが高まり、活性層のはがれや、金属汚染のおそれもほとんどない貼り合わせ基板およびその製造方法を提供することをその目的としている。

15

発明の開示

20 第1の発明は、活性層用ウェーハの一部を剥離して形成された活性層と、支持基板用ウェーハとの間に、活性層の厚さを制御する目的で、剥離後の上記活性層の表面が、エッチング作用を有する溶液により1nm～1μmだけエッチングされ、最終活性層の厚さを200nm以下とした貼り合わせ基板である。

25 前述のスマートカット法によるSOIウェーハの製造方法では、シリコン酸化膜が形成された活性層用ウェーハの表面から水素などの軽元素

をイオン注入し、それからイオン注入面を貼り合わせ面として活性層用ウェーハと支持基板用ウェーハとを室温で貼り合わせ、その後、400℃以上の温度で熱処理する。このとき、活性層をその水素イオンの注入部分から分割して剥離することで、活性層を有するSOI基板が作製される。その後、貼り合わせ力を増強するために、さらに1000℃以上の温度で熱処理する。

活性層用ウェーハおよび支持基板用ウェーハとしては、例えば単結晶シリコンウェーハを採用することができる。また、さらに単結晶シリコンウェーハ上にSi, SiGe, SiCなどの単結晶膜をエピタキシャル成長したものを用いても良い。

この発明は、特に、活性層が200nm以下のSOI基板の製造において、大きな効果を発揮する。また、埋め込み酸化膜の厚さは、例えば数十～数百nmである。

好ましいエッチング量は5nm～500nmである。1nm未満では、エッチング量が少な過ぎて、エッチングの効果が得られない。また、1μmを超えるとエッチング量が多過ぎて、活性層の膜厚コントロールがしにくい。

エッチング作用を有する溶液としては、例えばRCA法で使用するSC-1 (Standard Cleaning 1) 洗浄液を採用することができる。その他、HF/HNO₃系の混酸などの酸性エッチング液、KOH, NaOHなどのアルカリ性エッチング液を採用することができる。

第2の発明は、活性層用ウェーハの一部を剥離して支持基板上に形成した活性層の表面を、活性層の厚さを制御することを目的に、エッチング作用を有する溶液により1nm～1μmだけエッチングして最終活性層の厚さを200nm以下とする貼り合わせ基板の製造方法である。

上述のエッチング液をエッチング液槽に満たし、その液温などを管理した状態で貼り合わせ基板を適切な時間だけこのエッチング液中に浸漬することにより、活性槽の厚さをコントロールする。

第3の発明は、第2の発明にあって、上記エッチングでのエッチング速度が、100nm/分以下とした貼り合わせ基板の製造方法である。

好ましいエッチング速度は0.1～10nm/分である。100nm/分を越えると正確な膜厚制御のためのプロセスマージンが減少する不都合が生じる。

第4の発明は、第2の発明にあって、上記エッチング作用を有する溶液が、アルカリ剤と酸化剤とを含むpH9以上の溶液である貼り合わせ基板の製造方法である。

アルカリ剤としては、例えばアンモニア水溶液を採用する。その他、水酸化ナトリウム水溶液、水酸化カリウム水溶液などを使用することができる。また、酸化剤としては、例えば過酸化水素水を採用する。その他、オゾン水溶液などを使用することができる。

この溶液の好ましいpHは、pH9～pH13である。pH9未満ではアルカリとしてのエッチング能力が充分ではなく、pH13を越えるとエッチング速度が速すぎるという問題が生じる可能性がある。

第5の発明は、第3の発明にあって、上記エッチング作用を有する溶液が、アルカリ剤と酸化剤とを含むpH9以上の溶液である貼り合わせ基板の製造方法である。

第6の発明は、第2の発明にあって、上記エッチング作用を有する溶液が、アンモニア水溶液と過酸化水素水とを含むpH9以上の溶液である貼り合わせ基板の製造方法である。

25 アルカリ剤としてアンモニア水溶液を、酸化剤として過酸化水素水を用いるものである。

アンモニア水溶液と過酸化水素水との混合溶液としては、例えばSC-1洗浄液が挙げられる。SC-1洗浄液を構成するアンモニア：過酸化水素水：水の容積配合比は、通常1：x：y（ $x = 1 \sim 2$ 、 $y = 5 \sim 100$ ）である。

- 5 SC-1洗浄液の液温は10～95℃、好ましくは30～90℃である。10℃未満ではエッチング能力が充分ではなく、95℃を超えるとアンモニア水の蒸発が激しく組成の制御が困難となる。

- 第7の発明は、第3の発明にあって、上記エッチング作用を有する溶液が、アンモニア水溶液と過酸化水素水とを含むpH9以上の溶液である貼り合わせ基板の製造方法である。

第8の発明は、第2の発明にあって、上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さがその全領域で所定厚さ（目標とする厚さ）に近づくまで、上記エッチングを繰り返す貼り合わせ基板の製造方法である。

- 15 活性層の厚さを測定する装置としては、例えば活性層の表面に偏光を入射させ、反射光の偏光状態の変化を測定することで、活性層の厚さを測定する分光エリプソメータを採用することができる。

- 活性層の厚さの測定は、活性層の表面をエッチングする度に行ってもよい。また、エッチングを所定回数だけ繰り返し、その後、膜厚を測定してもよい。

第9の発明は、第3の発明にあって、上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さがその全領域で所定厚さ（目標とする厚さ）に近づくまで、上記エッチングを繰り返す貼り合わせ基板の製造方法である。

- 25 第10の発明は、第4の発明にあって、上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さが

その全領域で所定厚さ（目標とする厚さ）に近づくまで、上記エッチングを繰り返す貼り合わせ基板の製造方法である。

第 1 1 の発明は、第 5 の発明にあって、上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さが
5 その全領域で所定厚さ（目標とする厚さ）に近づくまで、上記エッチングを繰り返す貼り合わせ基板の製造方法である。

第 1 2 の発明は、第 6 の発明にあって、上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さが
10 その全領域で所定厚さ（目標とする厚さ）に近づくまで、上記エッチングを繰り返す貼り合わせ基板の製造方法である。

第 1 3 の発明は、第 7 の発明にあって、上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さが
その全領域で所定厚さ（目標とする厚さ）に近づくまで、上記エッチングを繰り返す貼り合わせ基板の製造方法である。

15 第 1 4 の発明は、第 2 の発明～第 1 3 の発明のいずれかにおいて、上記エッチング前の貼り合わせ基板の活性層の表面に対して、（１）化学的作用と機械的作用を同時に利用する化学的機械的研磨工程、（２）水素を含む還元雰囲気中で熱処理する水素アニール工程、（３）上記活性層にシリコン酸化膜を形成し、その後、上記剥離時の活性層のダメージ部分と
20 とともに酸化膜を除去する工程のうちの少なくとも１つの工程を施す貼り合わせ基板の製造方法である。

第 1 5 の発明は、第 2 の発明～第 1 3 の発明のいずれかにおいて、上記エッチング後の貼り合わせ基板の活性層の表面に対して、（１）化学的作用と機械的作用を同時に利用する化学的機械的研磨工程、（２）水素を
25 含む還元雰囲気中で熱処理する水素アニール工程、（３）上記活性層にシリコン酸化膜を形成し、その後、上記剥離時の活性層のダメージ部分と

ともに酸化膜を除去する工程のうちの少なくとも1つの工程を施す貼り合わせ基板の製造方法である。

第16の発明は、第2の発明～第13の発明のいずれかにおいて、上記エッチング前およびエッチング後の貼り合わせ基板の活性層の表面に
5 対して、(1)化学的作用と機械的作用を同時に利用する化学的機械的研磨工程、(2)水素を含む還元雰囲気中で熱処理する水素アニール工程、
(3)上記活性層にシリコン酸化膜を形成し、その後、上記剥離時の活性層のダメージ部分とともに酸化膜を除去する工程のうちの少なくとも1つの工程をそれぞれ施す貼り合わせ基板の製造方法である。

10 (1)CMP用の研磨装置は限定されない。枚葉式でも、バッチ式でもよい。また、半導体ウェーハの片面だけを研磨する片面研磨装置でも、半導体ウェーハの表裏両面を同時に研磨する両面研磨装置でもよい。

さらに、研磨定盤と、これに対向配置される研磨ヘッドとを備え、この研磨ヘッドの研磨定盤との対向面に、バックパッドを介して、半導体
15 ウェーハを水張りするワックスレスタイプの片面研磨装置でもよい。

研磨布としては、例えばスウェードタイプの連続発泡パッドが挙げられる。また、ポリエステルフェルトにポリウレタンを含浸させた多孔性の不織布タイプの研磨布でもよい。また、発泡したウレタンブロックをスライスした発泡性ウレタンタイプでもよい。

20 研磨剤としては、例えばコロイダルシリカ(シリカゾル)やヒュームドシリカなどの遊離砥粒を含むスラリーを採用することができる。また、酸化セリウムを使用したセリア系スラリーも採用することができる。また、砥粒を含まない液体でいわゆる無砥粒研磨を行ってもよい。さらには、研磨剤を使わず、固定砥粒方式の研磨布を使用してもよい。

25 (2)水素アニールでは、アニール装置を使用し、水素ガス100%の雰囲気、1000～1350℃、10分～2時間の熱処理を行う。

これにより、活性層の表面が溶解流動して低表面粗さの面となる。しかも、活性層中の酸素析出欠陥が低減し、その活性層の品質も高まる。

(3) ここでいう酸化膜除去は、俗に犠牲酸化と称されるウェーハ表層のダメージ除去などに使用される技術である。具体的には、S O I 基板を熱酸化処理炉に挿入し、酸化性ガスの雰囲気中でS O I 基板を800～1350℃、10分～50時間だけ熱処理することで、水素イオン注入時のダメージ部分を含めて活性層の表面に厚さ2nm～2.25μmのシリコン酸化膜を形成する。その後、例えば浸漬法などにより、活性層の表面にHF洗浄液を接触させてシリコン酸化膜を溶失させる。この際、剥離時に面あれした活性層の表層部分がシリコン酸化膜とともに除去される。

これらの(1)～(3)の処理は、例えばエッチング後、それぞれ単独で施すことができる。その他、(1)～(3)のうち、何れか2つを選択的に実施してもよい。さらには、(1)～(3)の全ての処理を実施してもよい。具体的には、(a)エッチング→CMP→酸化膜除去(シリコン酸化膜厚さ300nm未満)、(b)エッチング→CMP→エッチング、(c)エッチング→水素アニール、(d)酸化膜除去→CMP→エッチング、(e)酸化膜除去→エッチング、(f)CMP→ドライエッチング→エッチング、(g)CMP→エッチングなどが挙げられる。

第1の発明に係る貼り合わせ基板および第2の発明に係る貼り合わせ基板の製造方法によれば、活性層用ウェーハの一部を剥離して活性層を形成後、この活性層の表面を、エッチング作用を有する溶液により、1nm～1μmだけエッチングする。その結果、最終活性層の厚さが200nm以下となる。最終活性層とは、エッチング・研磨などが終了し、その後仕上げ洗浄工程が終了した段階での活性層を意味する。これにより、剥離後の活性層の膜厚をその表面全体で均一化し、かつこの表面を

低表面粗さとするプロセスが単純化され、コスト低下させることができる。しかも、エッチング液へ浸漬するなどのウエットエッチングであるので、複数枚のウェーハを一度に処理するバッチ処理が可能で、これにより処理時間の短縮が図れ、スループットも高められる。さらには、例えば従来の水素アニール時、酸化膜除去時およびドライエッチング時とは異なり、加熱処理を伴わない処理となるので、活性層に金属汚染が発生するおそれがほとんどない。

特に、第 8 ～ 第 13 の発明に係る貼り合わせ基板の製造方法によれば、エッチング後、活性層の厚さを測定し、その測定データに基づき、1 nm ～ 1 μm の範囲で次回のエッチング量を決定し、エッチングを繰り返す。これにより、安定的に活性層の厚さをその表面全域で均一化することができる。

そして、第 14 ～ 第 16 の発明に係る貼り合わせ基板の製造方法によれば、エッチング前後の貼り合わせ基板の活性層の表面に対して、(1) 化学的機械的研磨、(2) 水素アニール、(3) 酸化膜除去のうちの少なくとも 1 つを施すので、剥離後の活性層の膜厚の表面全体での均一性を高めることができ、しかも活性層の表面の粗さを小さくすることができる。

20 図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明の第 1 の実施例に係る貼り合わせ基板の製造方法を示す流れ図である。

第 2 図は、この発明の第 2 の実施例に係る貼り合わせ基板の製造方法を示す流れ図である。

第 3 図は、この発明の第 3 の実施例に係る貼り合わせ基板の製造方法を示す流れ図である。

第4図は、この発明の第4の実施例に係る貼り合わせ基板の製造方法を示す流れ図である。

第5図は、この発明の第5の実施例に係る貼り合わせ基板の製造方法を示す流れ図である。

5

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の実施例を図面を参照して説明する。

第1図は、この発明の第1の実施例に係る貼り合わせ基板（SOI基板）の製造方法を示す流れ図である。

10 第1図に示すように、まずCZ法により引き上げられた単結晶シリコンインゴットに、スライス、面取り、ラッピング、エッチング、研磨の各処理を施すことで、厚さ $725\mu\text{m}$ 、直径 200mm （8インチ）の片面または両面が鏡面に仕上げられた活性層用ウェーハ（シリコンウェーハ）10を用意する。一方、この活性層用ウェーハ10と同じ製法により、同じ厚さ、同一口径の鏡面仕上げされた支持基板用ウェーハ（シリコンウェーハ）20を用意する。このうち、活性層用ウェーハ10を熱酸化炉に挿入し、炉内に所定量の酸素ガスを流し込みながら 900°C で熱酸化処理する。これにより、活性層用ウェーハ10の露出面の全体に、厚さ 2000\AA （オングストローム）の絶縁性のシリコン酸化膜1
15 0aが形成される。なお、活性層用ウェーハ10では、支持基板用ウェーハ20とその性質を変えるために、上記のシリコン酸化膜10aの代わりに表面にエピタキシャル層を形成してもよい。

25 活性層用ウェーハ10内には、中電流イオン注入装置を使用し、ウェーハ表面側から水素イオンを $5.0 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^2$ で注入する。注入深さは約 3450\AA （オングストローム）、加速電圧は 28.5keV である。これにより、活性層用ウェーハ10の表層に水素イオン

注入層（注入ダメージ層）10bが形成される。

その後、活性層用ウェーハ10の表面と支持基板用ウェーハ20の鏡面とを貼り合わせ面とし、活性層用ウェーハ10と支持基板用ウェーハ20とを重ね合わせて（室温～50℃）、貼り合わせウェーハ30を形成する。この貼り合わせにより、活性層用ウェーハ10と支持基板用ウェーハ20との間に介在されたシリコン酸化膜10aの部分が、埋め込みシリコン酸化膜30aとなる。埋め込みシリコン酸化膜30aの厚さは、2000Åである。

なお、支持基板用ウェーハ20も、表面を酸化してから活性層用ウェーハ10と貼り合わせても良い。

次に、この貼り合わせウェーハ30を貼り合わせ用の熱酸化炉に挿入し、酸素ガスの雰囲気下で、500℃、1時間のバブル形成用の熱処理を施す。その結果、活性層用ウェーハ10の内部での水素原子が集中する。これにより、活性層用ウェーハ10の内部に、多数の水素バブルの密集領域が現出し、この領域から活性層用ウェーハ10の不要部分が剥離される。詳しくは、シリコン中に注入された水素が結晶欠陥とマイクロキャビティを形成し、500℃でアニールされたとき、隣接するマイクロキャビティ同士が結合し、大きくなる。そして、水素濃度が最も高くなる深さで剥離がおこるのである。この結果、活性層用ウェーハ10が減厚され、厚さ2μm程度の薄膜の活性層10Aが形成される。

なお、剥離された活性層用ウェーハ10の不要部分は、支持基板用ウェーハ20として再利用することできる。

次に、引き続き貼り合わせウェーハ30に対して1100℃、2時間の熱処理を行う。これにより、活性層用ウェーハ10と支持基板用ウェーハ20との貼り合わせ強度が増強される。

その後、この不要部分が除去された貼り合わせウェーハ30の露出部

分を、エッチング作用を有する溶液により若干量だけエッチングする。
ここでは、エッチング液として、SC-1 溶液が採用されている。SC-1 溶液は、アルカリ剤としてアンモニア水、酸化剤として過酸化水素水を含む溶液である。SC-1 溶液の組成として、ここではアンモニア
5 水：過酸化水素水：水の容積配合比が 1：2：10 のものが用いられる。

別途、複数枚の 8 インチ SOI ウェーハを、図示しない 25 枚用ウェーハカセットに装填し、これを洗浄槽内の上記組成の SC-1 溶液（温度 85℃）に浸漬した実験の結果を追記する。エッチング時間は 90 分である。後述する膜厚測定装置でエッチング前後の膜厚を測定（Edge Exclusion 5mm、面内 81 点）することで求めたエッチング取り代は、ウェーハカセットのロット 2 で面内平均 922 Å（angstrom）、面内 Max-Min 44 Å、ロット 13 で面内平均 936 Å、面内 Max-Min 51 Å、ロット 24 で面内平均 952 Å、面内 Max-Min 50 Å となった。ここで、面内（ウェーハ面内）
15 とは、ウェーハの表面の外周より上記 Edge Exclusion の幅より内側の全域をいう。また、面内 Max-Min とは、ウェーハの表面の外周より上記 Edge Exclusion の幅より内側全域において均一に分布された測定点全点における最大厚さと最小厚さとの差をいう。このように、SC-1 溶液によるエッチングはその取り代が大
20 きいにもかかわらず、パッチ内やウェーハ面内のばらつきが小さく抑えられ、生産性と制御性の高い薄膜化の手法であることがわかる。この観点では、貼り合わせウェーハの薄膜化で従来行われている CMP に対して圧倒的に有利である。例えば、従来方法の CMP を用いて我々が行った試験においては、研磨圧力 160 gf/cm²、研磨定盤回転数 50 rpm、研磨ヘッド回転数 50 rpm、スラリー流量 0.3 L（liter）/
25 min、研磨時間は CMP により 3 min の条件で形成された活性層の

面内平均膜厚は1103 Å、活性層の面内Max-Min膜厚は326 Åに及んだ。この実験からも、CMPによる活性層の取り代を表面粗さの低減に必要な最小限度に抑え、膜厚制御は、この発明法に記載のエッチング法を主に行うことが有効といえる。

- 5 次に、貼り合わせウェーハ30のエッチング後の活性層10Aの膜厚を測定する。ここでは、分光エリプソメータ（商品名SOPRA-MOSS-ES4G）が用いられる。そして、測定後のデータを評価し、活性層10Aの膜厚が予め設定した所定値に到達（表面全域で均一）していれば、SOI基板が作製されたことになる。その後、得られたSOI基板は、通常、各種測定評価後に、測定器由来の汚染やパーティクルを除去するために、仕上げの洗浄を行い、所定枚数をウェーハケースに挿填し、袋詰め後、デバイスメーカーに出荷される。この洗浄の際にエッチング作用を有する洗浄液を使用する場合は、この最終洗浄での活性層取り代を考慮し、各種測定評価前までの活性層膜厚を調整する必要がある。
- 10 また、膜厚測定評価にて、活性層10Aの膜厚が上記所定値に到達していないと判断されたものについては、活性層10Aの膜厚が所定値となるまで、SC-1エッチングと膜厚測定とを繰り返す。

- このように、活性層用ウェーハ10の一部を剥離して活性層10Aを形成後、SC-1洗浄液により、活性層10Aの表面をエッチングするようにしたので、剥離後の活性層10Aの膜厚がその表面全体で均一で、かつ低表面粗さとすることができる。しかも、このときの表面粗さ低減処理のプロセスが単純化され、その処理コストを低減させることができる。また、ここでのエッチングは、SC-1洗浄液を使用したウェットエッチングである。そのため、前述した洗浄槽を使用して多数枚のウェーハを一括して洗浄するバッチ式のエッチングが可能となり、処理時間の短縮が図れ、スループットも高まる。しかも、貼り合わせ基板の製造
- 20
- 25

に加熱処理を伴わないので、活性層 10 A に金属汚染が発生するおそれもほとんどない。

また、エッチング後、活性層 10 A の厚さを測定し、その測定データに基づき、次回の活性層 10 A のエッチング量を決定するので、活性層
5 10 A の厚さをその表面全体で確実に均一化することができる。さらに、第 1 の実施例ではエッチング作用を有する溶液として SC-1 洗浄液を採用したので、既存の SC-1 の洗浄技術をそのまま利用し、所望の量のエッチングを簡単に制御することができる。

次に、第 2 図を参照にして、この発明の第 2 の実施例を説明する。

10 第 2 図は、第 2 の実施例に係る貼り合わせ基板（SOI 基板）の製造方法を示す流れ図である。

第 2 の実施例では、第 1 の実施例と同じ手順で、活性層用ウェーハへの水素イオン注入、活性層用ウェーハと支持基板用ウェーハとの貼り合わせ、貼り合わせウェーハのパブル形成用の剥離熱処理、活性層用ウェーハのイオン注入部分からの剥離、貼り合わせウェーハの貼り合わせ強度を高める貼り合わせ熱処理などを経て、SC-1 洗浄液により活性層
15 の表面を所定量だけエッチングする。その後、活性層の表面に対して CMP 処理、酸化および酸化膜除去を順次施した例である。

20 この場合、剥離直後の活性層の表面粗さは 6.17 nm (Rms) である。

上記 SC-1 エッチングは、第 1 の実施例と同様の液組成にて 135 分間行い、活性層の剥離表面からの取り代は 166.2 nm である。

次の CMP での活性層の研磨取り代は、17.8 nm である。活性層表面の粗さは 3.21 nm (Rms) である。研磨圧力は 160 gf/cm²、研磨定盤の回転数は 50 rpm、研磨ヘッドの回転数は 50 rpm (定盤と同方向回転)、スラリー流量は 0.3 リットル/分、研磨時間
25

は1分間とする。

次の酸化工程での条件は、ドライ O_2 の雰囲気中、1150℃、3時間の貼り合わせウェーハの酸化を行うものとする。

また、その表面酸化膜の除去（HF液へのディップ）工程では、その
5 取り代は192.4nm、活性層表面の粗さは5.09nm（Rms）となる。

以上のように、第2の実施例では、活性層の剥離面をSC-1エッチングすることにより、活性層の剥離面について粗さを低減することができた。

10 このように、SC-1洗浄液によるエッチング後、貼り合わせウェーハに対してCMP、酸化、酸化膜除去等の工程を順次施すので、剥離後の活性層の膜厚の表面全体での均一性を高めることができる。さらに、活性層の表面の粗さも低減される。

その他の構成、作用および効果は、第1の実施例より推測可能な範囲
15 であるため、説明を省略する。

次に、この発明の第3の実施例を説明する。

第3図は、この発明の第3の実施例に係る貼り合わせ基板（SOI基板）の製造方法を示す流れ図である。

この実施例では、第2の実施例と同じ手順で、活性層用ウェーハへの
20 水素イオン注入、活性層用ウェーハと支持基板用ウェーハとの貼り合わせ、貼り合わせウェーハのバブル形成用熱処理、活性層用ウェーハのイオン注入部分からの剥離、貼り合わせウェーハの貼り合わせのための熱処理などを経て、SC-1洗浄液により活性層の表面をエッチングする。その後、貼り合わせウェーハに対して、酸化および酸化膜除去を順次施
25 した例である。

この場合、剥離直後の活性層の表面粗さは6.32nm（Rms）で

ある。

上記 S C - 1 エッチングは第 1 の実施例と同じ条件で 1 3 5 分間行い、活性層の剥離表面からの取り代は 1 6 5 . 5 n m である。活性層の表面粗さは 5 . 0 9 n m (R m s) である。

- 5 次の酸化工程での条件は、貼り合わせウェーハに対して、ドライ O₂ の雰囲気中、1 1 5 0 ℃、3 時間の酸化を行うものとする。

また、貼り合わせウェーハの表面酸化膜の除去 (H F 液へのディップ) 工程では、表面酸化膜の取り代は 1 9 5 . 7 n m 、活性層の表面粗さは 2 . 0 7 n m (R m s) となる。

- 10 以上の結果、活性層の剥離面を S C - 1 エッチングし、活性層の剥離面側に犠牲酸化を施すことにより、その剥離面について粗さを低減することができた。すなわち、S C - 1 に犠牲酸化を組み合わせることで、C M P を行わずとも、活性層の表面粗さを低減することが可能となるのである。

- 15 第 4 図は、この発明の第 4 の実施例に係る貼り合わせ基板 (S O I 基板) の製造方法を示す流れ図である。

- この実施例では、第 1 の実施例と同じ手順で、活性層用ウェーハへの水素イオン注入、活性層用ウェーハと支持基板用ウェーハとの貼り合わせ、貼り合わせウェーハのバブル形成のための熱処理、貼り合わせウェーハの貼り合わせのための熱処理 (これらの熱処理は連続して行う) 、活性層用ウェーハのイオン注入部分からの剥離などを経て、活性層の表面に水素アニール処理を行う。その後、活性層の表面に対して C M P 処理を行い、さらには、活性層の表面に S C - 1 エッチングを行った例である。
- 20

- 25 この場合、剥離直後の活性層の表面粗さは 6 . 1 7 n m (R m s) である。

活性層への水素アニール処理は1135℃、1分間とする。水素アニールによる活性層の取り代は6.8nmである。

次のCMPでの活性層の研磨取り代は41.9nmである。このとき、活性層の表面粗さは0.21nm(Rms)である。また、その際の研
5 磨圧力は160gf/cm²、研磨定盤の回転数は50rpm、研磨ヘッドの回転数は50rpm(定盤と同方向回転)、スラリー流量は0.3リットル/分、研磨時間は1分間とする。

上記SC-1エッチングは第1の実施例と同一条件で47分間行い、活性層の取り代は55.8nmである。活性層の表面粗さは1.73nm
10 m(Rms)である。

以上のように、この実施例では、活性層の剥離面を短時間の水素アニールとCMPとによる表面粗さを改善した後、活性層にSC-1エッチングを施している。CMPでは、機械的な力が貼り合わせウェーハの貼り合わせ界面に存在するマイクロボイド部分に作用し、活性層が剥がれるおそれがあったが、貼り合わせ界面に近い部分の活性層の薄膜化をSC-1エッチングで行うことにより、この剥がれを防止することができる。
15

第5図は、この発明の第5の実施例に係る貼り合わせ基板(SOI基板)の製造方法を示す流れ図である。

20 この実施例では、第1の実施例と同じ手順で、活性層用ウェーハへの水素イオン注入、活性層用ウェーハと支持基板用ウェーハとの貼り合わせ、貼り合わせウェーハに対するバブル形成のための熱処理および貼り合わせのための熱処理(これらの熱処理は連続して行っても良いし、別々に分けて行うこともできる)、イオン注入部分からの剥離などを経て、活
25 性層の表面にSC-1エッチングを行う。その後、活性層の表面に対してCMP処理、さらには、活性層の表面に対して再度SC-1エッチン

グを行い、この後、活性層の酸化および酸化膜除去を行った例である。

その場合、剥離直後の活性層の表面粗さは 6.37 nm (Rms) である。

上記 SC-1 処理は 135 分間行う。活性層の取り代は 166.8 nm である。

次の CMP での活性層の研磨取り代は 27.3 nm である。このときの研磨圧力は 160 gf/cm^2 、研磨定盤の回転数は 50 rpm 、研磨ヘッドの回転数は 50 rpm (定盤とは同方向回転)、スラリー流量は 0.3 リットル/分 、研磨時間は 1.5 分間 とする。

10 上記 SC-1 エッチングは、上記と同様条件にて 47 分間行い、その活性層の取り代は 55.8 nm である。活性層の表面粗さは 1.73 nm (Rms) である。

次の酸化工程での条件は、貼り合わせウェーハに対して、ドライ O_2 の雰囲気中、 1150°C 、3 時間の酸化を行うものとする。

15 また、その表面酸化膜の除去 (HF 液へのディップ) 工程では、活性層の取り代は 135.4 nm 、活性層の表面粗さは 1.00 nm (Rms) となる。

以上のように、この実施例では活性層の剥離面を SC-1 エッチングすることにより、その剥離面について粗さを低減することができた。SC-1 エッチングは活性層を薄膜化した後に限られない。

20 ここで、実際に本発明法および従来法について、剥離後の活性層に対する表面粗さ低減処理後の活性層の膜厚の均一性と、活性層の表面の粗さとを比較調査した結果を報告する。表 1 中、SC-1 エッチングは、第 1 の実施例の記載内容に準じた。また、CMP および酸化膜除去は、
25 第 2 の実施例の記載内容に準じた。

【表 1】

| | 剥離後の活性層の表面に対する処理 | 膜厚均一性と表面粗さとの評価 | |
|-------|---------------------------------------|----------------|--------------------|
| | | 膜厚均一性 | 表面粗さ |
| 試験例 1 | S C - 1 | ◎ | - (処理前状態に大きく依存) |
| 試験例 2 | S C - 1 → C M P → 酸化膜除去 (< 3 0 0 n m) | ◎ | ◎ |
| 試験例 3 | S C - 1 → C M P → S C - 1 | ◎ | ◎ |
| 試験例 4 | 酸化膜除去 → C M P → S C - 1 | ◎ | ◎ |
| 試験例 5 | C M P → S C - 1 | ○ | ◎ |
| 比較例 1 | C M P → 水素アニール | ○ | ◎ |
| 比較例 2 | C M P → 酸化膜除去 (> 3 0 0 n m) | ○ | ◎ |
| 比較例 3 | 酸化膜除去 → 水素アニール | ○ | △ |
| 比較例 4 | 水素アニール | ○ | △ |

(凡例) ◎は評価が最良、○は評価が良、△は評価が普通を示す。

() 内の数値は、シリコン酸化膜 (犠牲酸化膜) の膜厚を示す。

表 1 から明らかなように、従来法 (比較例 1 ~ 比較例 4) に比べて本
5 発明法 (試験例 1 ~ 試験例 5) の方が、活性層の膜厚の均一性およびその表面の粗さの何れについても良好であることが分かった。

第 1 の発明に係る貼り合わせ基板および第 2 の発明に係る貼り合わせ基板の製造方法によれば、活性層用ウェーハから剥離して形成された活性層の表面を、エッチング作用を有する溶液により 1 n m ~ 1 μ m だけ

エッチングし、最終活性層の厚さを200nm以下とするので、表面全域の厚さが均一で低表面粗さの活性層が得られ、またこのような剥離後の活性層の薄膜化プロセスを単純化することができる。その結果、この薄膜化プロセスコストを低減することができる。

- 5 しかも、エッチング液によるウエットエッチングであるので、複数枚のウェーハを一度に処理するバッチ処理を採用することが可能である。これにより、エッチング処理時間が短縮し、スループットを高めることができる。さらには、従来の水素アニール時、酸化膜除去時とは異なり、加熱処理を伴わないウエットエッチングとなるので、活性層に金属汚染
- 10 が発生するおそれがほとんどない。

特に、第8の発明に係る貼り合わせ基板の製造方法によれば、エッチング後、活性層の厚さを測定し、その測定データに基づき、1nm～1μmの範囲で次回のエッチング量を決定するので、活性層の厚さをその表面全体で確実に均一化することができる。

- 15 さらに、第14の発明に係る貼り合わせ基板の製造方法によれば、剥離後の活性層の膜厚の表面全体での均一性が高まり、しかも活性層の表面の粗さもさらに低減することができる。

請 求 の 範 囲

1. 活性層用ウェーハの一部を剥離して支持基板上に形成した活性層の表面を、活性層の厚さを制御することを目的に、エッチング作用を有する溶液により 1 nm～1 μ m だけエッチングし、最終活性層の厚さが 200 nm 以下とした貼り合わせ基板。
5
2. 活性層用ウェーハの一部を剥離して支持基板上に形成した活性層の表面を、活性層の厚さを制御することを目的に、エッチング作用を有する溶液により 1 nm～1 μ m だけエッチングし、最終活性層の厚さが 200 nm 以下とした貼り合わせ基板の製造方法。
10
3. 上記エッチングでのエッチング速度が、100 nm/分以下である請求の範囲第 2 項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。
4. 上記エッチング作用を有する溶液が、アルカリ剤と酸化剤とを含む pH 9 以上の溶液である請求の範囲第 2 項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。
15
5. 上記エッチング作用を有する溶液が、アルカリ剤と酸化剤とを含む pH 9 以上の溶液である請求の範囲第 3 項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。
6. 上記エッチング作用を有する溶液が、アンモニア水溶液と過酸化水素水を含む pH 9 以上の溶液である請求の範囲第 2 項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。
20
7. 上記エッチング作用を有する溶液が、アンモニア水溶液と過酸化水素水を含む pH 9 以上の溶液である請求の範囲第 3 項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。
8. 上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さがその全域で所定厚に近づくまで、上記
25

エッチングを繰り返す請求の範囲第2項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

9. 上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さがその全域で所定厚に近づくまで、上記

5 エッチングを繰り返す請求の範囲第3項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

10. 上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さがその全域で所定厚に近づくまで、上記エッチングを繰り返す請求の範囲第4項に記載の貼り合わせ基板の製

10 造方法。

11. 上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さがその全域で所定厚に近づくまで、上記エッチングを繰り返す請求の範囲第5項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

15 12. 上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さがその全域で所定厚に近づくまで、上記エッチングを繰り返す請求の範囲第6項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

20 13. 上記エッチング後、上記活性層の厚さを測定し、得られた測定データに基づき、この活性層の厚さがその全域で所定厚に近づくまで、上記エッチングを繰り返す請求の範囲第7項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

14. 上記エッチング前の貼り合わせ基板の活性層表面に対して、

(1) 化学的作用と機械的作用を同時に利用する化学的機械的研磨工程、

25 (2) 水素を含む還元雰囲気中で熱処理する水素処理工程、

(3) 上記活性層にシリコン酸化膜を形成し、その後、上記剥離時の活性

層のダメージ部分とともにシリコン酸化膜を除去する工程のうちの少なくとも1つの工程を施す請求の範囲第2項～請求の範囲第13項のうちのいずれか1項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

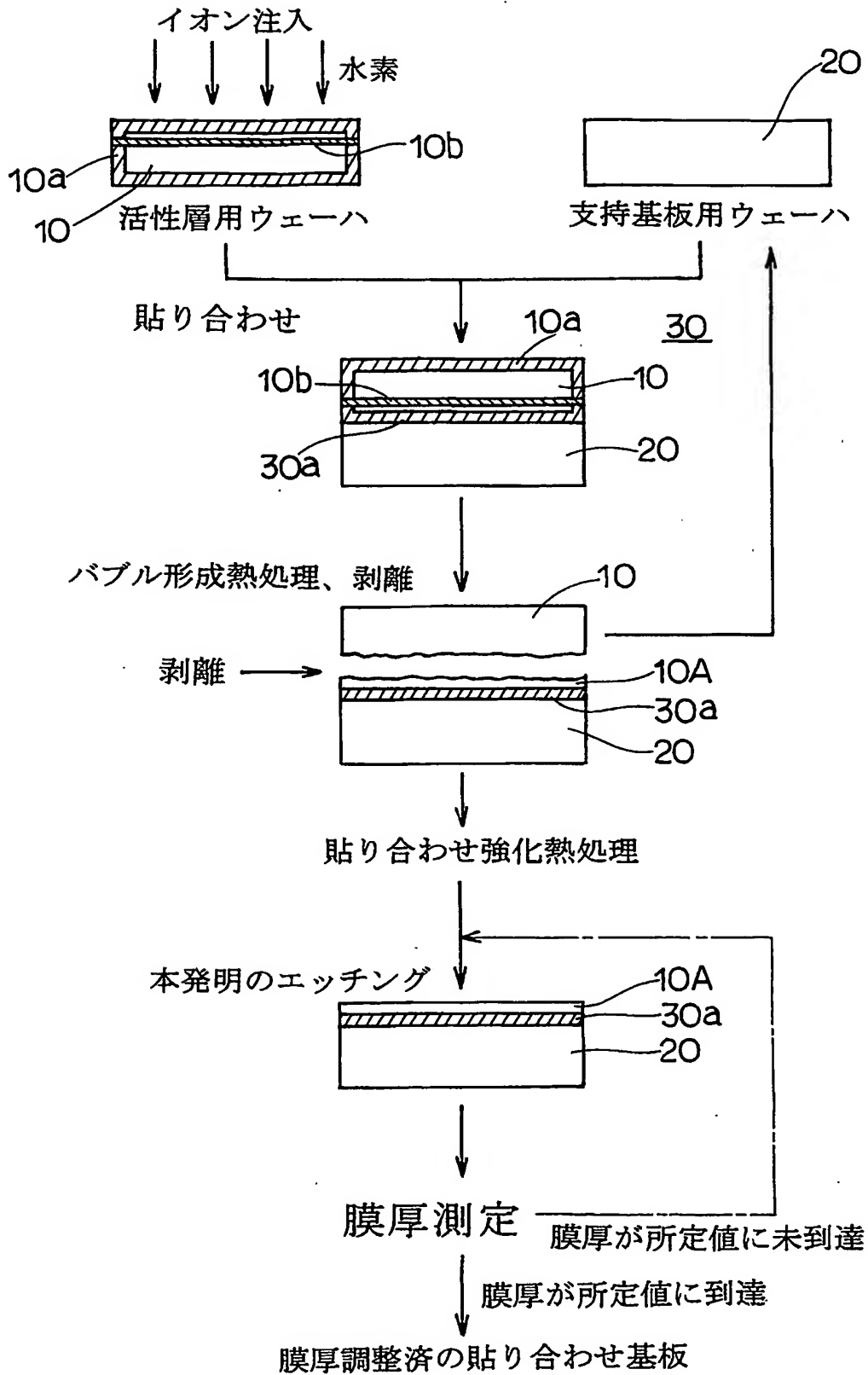
15. 上記エッチング後の貼り合わせ基板の活性層表面に対して、

- 5 (1) 化学的作用と機械的作用を同時に利用する化学的機械的研磨工程、
(2) 水素を含む還元雰囲気中で熱処理する水素処理工程、
(3) 上記活性層にシリコン酸化膜を形成し、その後、上記剥離時の活性層のダメージ部分とともにシリコン酸化膜を除去する工程のうちの少なくとも1つを施す請求の範囲第2項～請求の範囲第13項のうちのいずれか1項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。
- 10

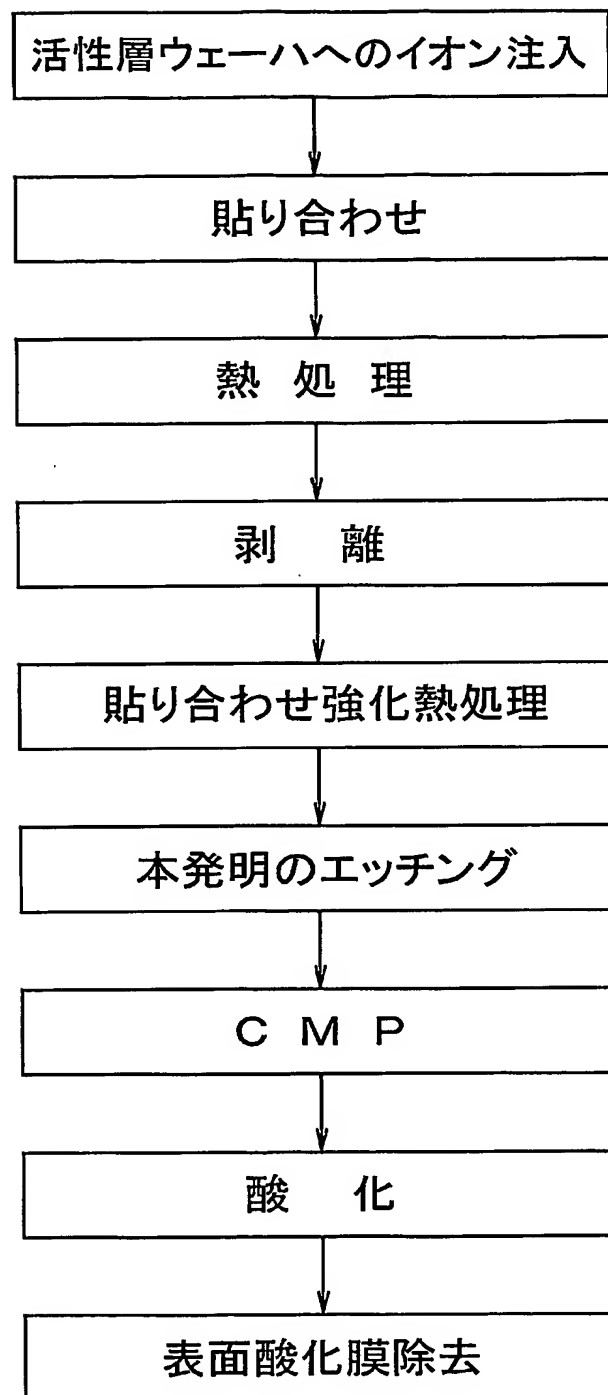
16. 上記エッチング後およびエッチング前の貼り合わせ基板の活性層表面に対して、

- (1) 化学的作用と機械的作用を同時に利用する化学的機械的研磨、
(2) 水素を含む還元雰囲気中で熱処理する水素処理、
15 (3) 上記活性層にシリコン酸化膜を形成し、その後、上記剥離時の活性層のダメージ部分とともにシリコン酸化膜を除去する工程のうちの少なくとも1つを施す請求の範囲第2項～請求の範囲第13項のうちのいずれか1項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

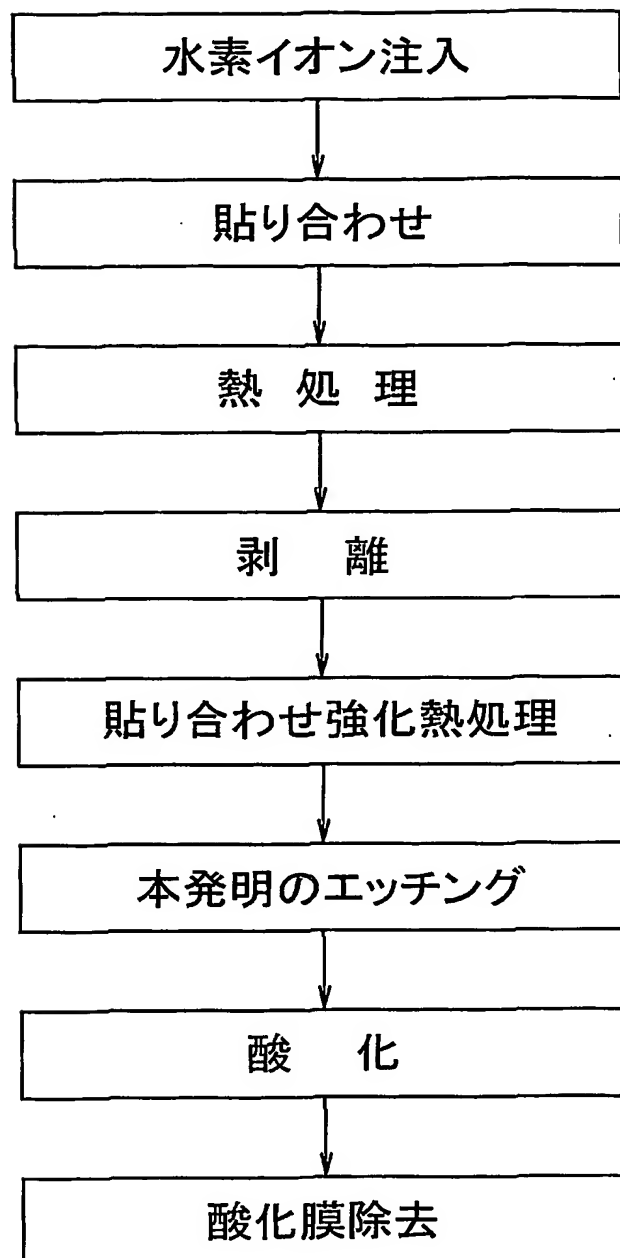
第1図



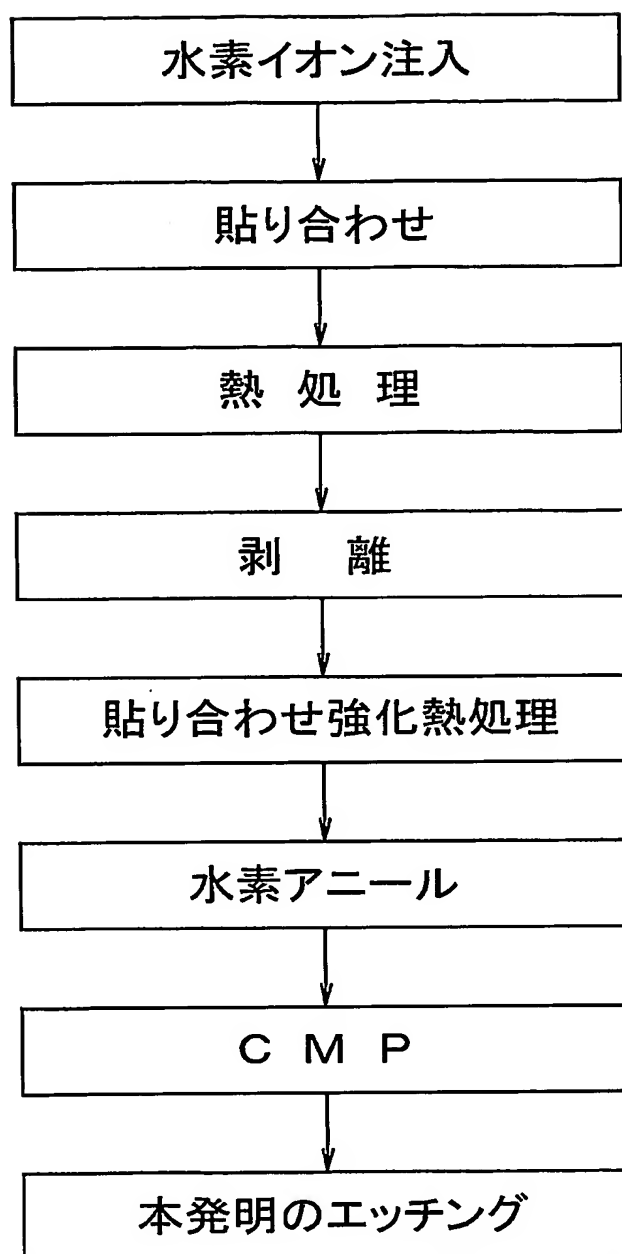
第2図



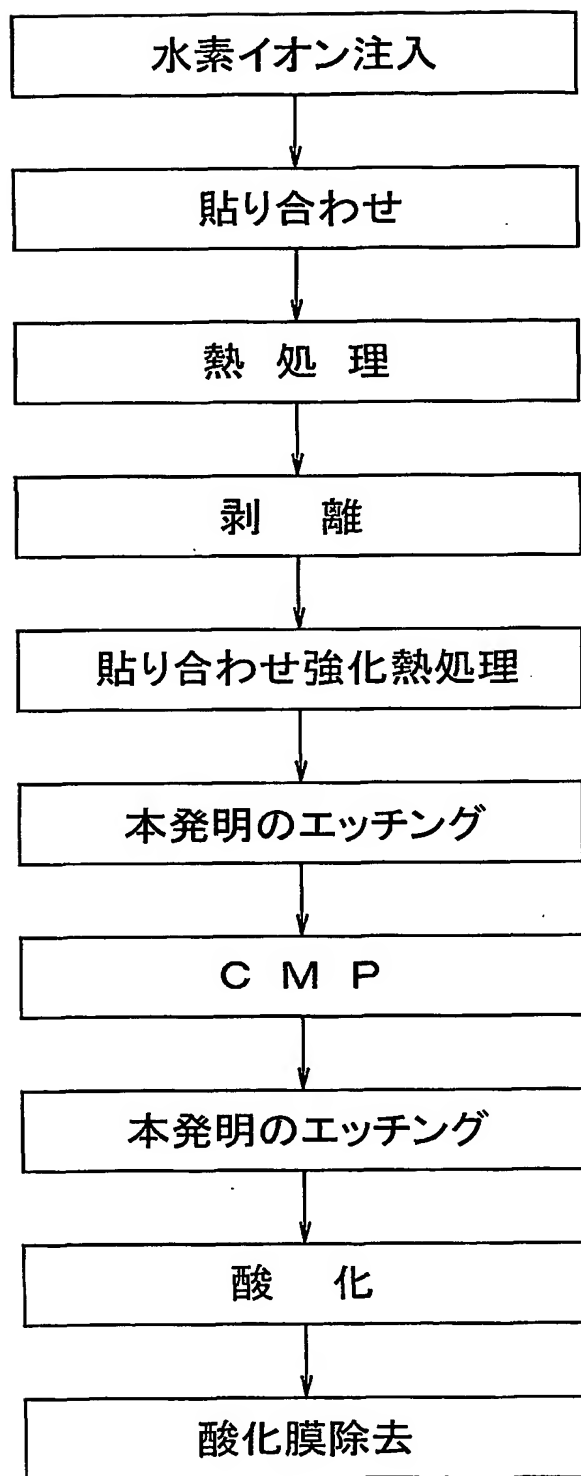
第3図



第4図



第5図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004886

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L27/12, H01L21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L27/12, H01L21/02, H01L21/302, H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-------------|--|---------------------------|
| X A | JP 11-121377 A (International Business Machines Corp.), 30 April, 1999 (30.04.99), Full text; all drawings Full text; all drawings & US 5882987 A | 1-3 4-16 |
| X Y A | JP 11-102848 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 13 April, 1999 (13.04.99), Full text; all drawings Full text; all drawings Full text; all drawings & EP 905767 A1 & US 6140210 A | 1 2, 3, 15 4-14, 16 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 July, 2004 (05.07.04)

Date of mailing of the international search report
20 July, 2004 (20.07.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004886

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| Y A | JP 2000-124092 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 28 April, 2000 (28.04.00), Full text; all drawings Full text; all drawings & WO 00/24059 A1 & EP 1045448 A1 & US 6372609 B1 | 1-3,15 4-14,16 |
| Y | JP 2003-17723 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 17 January, 2003 (17.01.03), Full text; all drawings (Family: none) | 1-3,15 |
| P,X P,Y | JP 2004-80035 A (BOKU Zaikin), 11 March, 2004 (11.03.04), Full text; all drawings Full text; all drawings (Family: none) | 1-7,14 8-13,15,16 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. ⁷ H01L27/12、H01L21/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ H01L27/12、H01L21/02、H01L21/302、H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2004年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2004年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2004年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|---------------------------|
| X A | JP 11-121377 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンス・コーポレーション) 1999. 04. 30, 全文, 全図 全文, 全図 & US 5882987 A | 1-3 4-16 |
| X Y A | JP 11-102848 A (信越半導体株式会社) 1999. 04. 13, 全文, 全図 全文, 全図 全文, 全図 & EP 905767 A1 & US 6140210 A | 1 2, 3, 15 4-14, 16 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 07. 2004

国際調査報告の発送日

20. 7. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

綿引 隆

4M

2934

電話番号 03-3581-1101 内線 3460

| C (続き) 関連すると認められる文献 | | |
|---------------------|--|-------------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| Y A | JP 2000-124092 A(信越半導体株式会社)2000. 04. 28, 全文, 全図 全文, 全図& WO 00/24059 A1 & EP 1045448 A1 & US 6372609 B1 | 1-3, 15 4-14, 16 |
| Y | JP 2003-17723 A(信越半導体株式会社)2003. 01. 17, 全文, 全図(ファミリーなし) | 1-3, 15 |
| PX PY | JP 2004-80035 A(朴 在僅)2004. 03. 11, 全文, 全図 全文, 全図(ファミリーなし) | 1-7, 14 8-13, 15, 16 |